

# CONTROL SYSTEM FOR COMPRESSION IGNITION ENGINE

Publication number: JP2003106184

Publication date: 2003-04-09

Inventor: IIBOSHI YOICHI; YAMAOKA SHIRO; OSUGA MINORU

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- International: **F02B1/12; F02D41/02; F02D41/14; F02D41/22; F02D41/30; F02D41/36; F02D41/40; F02B1/00; F02D41/02; F02D41/14; F02D41/22; F02D41/30; F02D41/32; F02D41/40; (IPC1-7): F02D41/02; F01N3/20; F02D41/04; F02D41/22; F02D45/00**

- european: **F02D41/30C4; F02D41/02C4F; F02D41/14D1D; F02D41/14D3L; F02D41/14D5F; F02D41/22D; F02D41/30C; F02D41/30C2D; F02D41/30C2D2**

Application number: JP20010302994 20010928

Priority number(s): JP20010302994 20010928

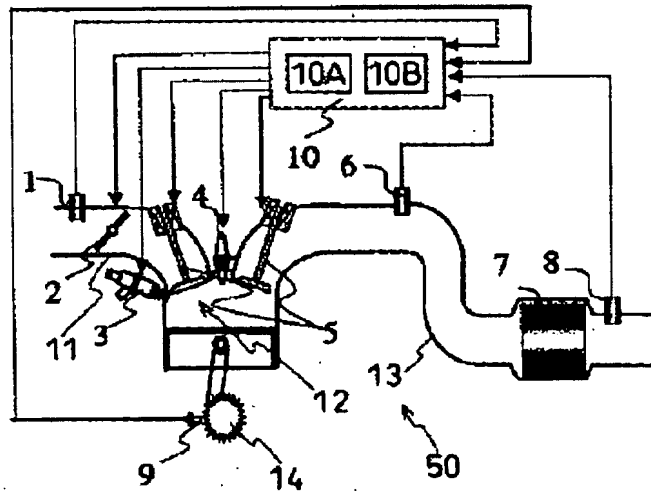
Also published as:

EP1298292 (A2)  
US6772585 (B2)  
US2003061803 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP2003106184

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a control system for a compression ignition engine capable of preventing deterioration of exhaust gas during spark ignition combustion and compression ignition combustion at combustion switching between spark ignition and compression ignition and of preventing deterioration of exhaust gas by diagnosing deterioration of a NOx detector and a three-way catalytic converter. **SOLUTION:** The control system is provided with the three-way catalytic converter provided in an exhaust pipe of the compression ignition engine compressing premixed fuel and air to ignite the same, an air-fuel ratio detector detecting air-fuel ratio in an upstream side of the three-way catalytic converter, and the NOx detector detecting NOx in a downstream side of the three-way catalytic converter.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-106184

(P2003-106184A)

(43) 公開日 平成15年4月9日(2003.4.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)	
F 0 2 D 41/02	3 5 1	F 0 2 D 41/02	3 5 1	3 G 0 8 4
F 0 1 N 3/20		F 0 1 N 3/20	C	3 G 0 9 1
F 0 2 D 41/04	3 8 5	F 0 2 D 41/04	3 8 5 C	3 G 3 0 1
41/22	3 5 1	41/22	3 5 1	
	3 5 5		3 5 5	

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-302994(P2001-302994)

(22) 出願日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(71) 出願人 000003108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 飯星 洋一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 山岡 士朗

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

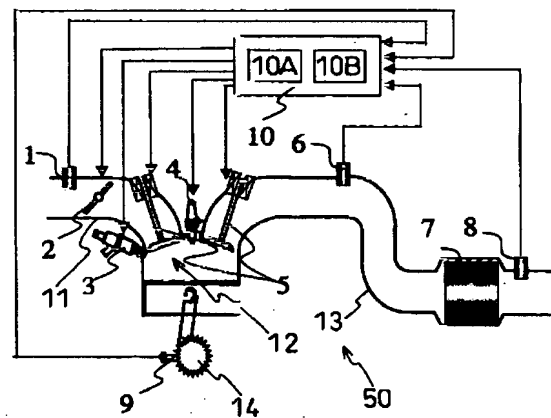
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮着火エンジンの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 火花点火と圧縮着火との燃焼切り替え時、前記火花点火燃焼時、及び前記圧縮着火燃焼時における排気悪化を防止するとともに、NO<sub>x</sub>検出器及び三元触媒の劣化を診断して排気悪化を防止することができる圧縮着火エンジンの制御装置を提供する。

【解決手段】 該制御装置は、燃料及び空気の予混合気を圧縮して着火させる圧縮着火エンジンの排気管に設置された三元触媒と、該三元触媒の上流側にて空燃比を検出する空燃比検出器と、前記三元触媒の下流側にてNO<sub>x</sub>を検出するNO<sub>x</sub>検出器と、を備えてなる。



(2) 003-106184 (P2003-106184A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料及び空気の予混合気を圧縮して着火させる圧縮着火エンジンの排気管に設置された三元触媒と、該三元触媒の上流側にて空燃比を検出する空燃比検出器と、前記三元触媒の下流側にてNOxを検出するNOx検出器と、を備えたことを特徴とする圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項2】 前記制御装置は、排気悪化を防止するべく、前記NOx検出器の出力信号を用いることを特徴とする請求項1記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項3】 前記制御装置は、火花点火と圧縮着火との燃焼切り替え時、前記火花点火燃焼時、若しくは前記圧縮着火燃焼時における排気悪化を防止することを特徴とする請求項1又は2記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項4】 前記制御装置は、火花点火と圧縮着火とを切り替える燃焼切り替え手段と、該切り替え時のNOx検出値に基づいて排気悪化要因を推定する排気悪化要因推定手段と、該排気悪化要因に基づいて前記燃焼切り替え手段の制御量又は制御対象を学習する切り替え学習手段とを備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項5】 前記切り替え学習手段は、点火時期を学習することを特徴とする請求項4記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項6】 前記切り替え学習手段は、スロットル制御量を学習することを特徴とする請求項4記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項7】 前記切り替え学習手段は、燃料噴射量を学習することを特徴とする請求項4記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項8】 前記切り替え学習手段は、前記圧縮着火に切り替える以前の燃料カット時間を学習することを特徴とする請求項4記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項9】 前記切り替え学習手段は、目標空気量又は目標EGR量を学習することを特徴とする請求項4記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項10】 前記切り替え学習手段は、前記火花点火と前記圧縮着火とによる燃焼切り替え領域を学習することを特徴とする請求項4記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項11】 前記制御装置は、前記圧縮着火の運転時における膨張から排気行程の間に燃料噴射を行うことを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項12】 前記制御装置は、前記空燃比検出器の出力を目標空燃比に近づけるように制御する空燃比制御手段と、前記三元触媒の浄化率が最適になるように前記目標空燃比を演算する目標空燃比演算手段とを備え、該目標空燃比演算手段は、前記NOx検出器の出力信号に

基づいて前記目標空燃比を演算することを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項13】 前記制御装置は、前記NOx検出値が所定値を越えた場合には、前記目標空燃比を一時的にリッチ側に設定することを特徴とする請求項12記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項14】 前記制御装置は、前記NOx検出器の異常を診断するNOx検出器診断手段を備え、前記NOx検出器の異常が判定された場合には、前記空燃比検出器の出力がストイキになるように空燃比を制御することを特徴とする請求項1乃至13のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項15】 前記制御装置は、前記圧縮着火燃焼時におけるNOx検出値に基づいて燃焼悪化を検出する燃焼悪化検出手段を備えることを特徴とする請求項1乃至14のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項16】 前記燃焼悪化検出手段は、前記空燃比検出器の出力がリーンである場合に、前記圧縮着火燃焼時における燃焼悪化を検出することを特徴とする請求項15記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項17】 前記制御装置は、前記燃焼悪化検出手段によって燃焼悪化が検出された場合に前記圧縮着火の燃焼改善を行う燃焼改善制御手段とを備えることを特徴とする請求項15又は16記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項18】 前記制御装置は、前記燃焼改善制御手段の実施後に、前記排気悪化検出手段によって燃焼悪化が検出された場合には、前記空燃比検出器の出力がストイキになるように空燃比を制御することを特徴とする請求項17記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項19】 前記制御装置は、前記空燃比検出器の異常を検出する空燃比検出器診断手段を備え、該空燃比検出器の異常が診断された場合には、前記NOx検出器の出力信号に基づいて燃料噴射量を補正することを特徴とする請求項1乃至18のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項20】 前記制御装置は、前記NOx検出器及び／又は前記三元触媒の劣化を診断して排気悪化を防止することを特徴とする請求項1乃至19のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項21】 前記制御装置は、減速時に燃料噴射を中止させる燃料カット手段を備え、該燃料カット中の前記NOx検出器の出力信号に基づいて前記NOx検出器の劣化を診断することを特徴とする請求項20記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項22】 前記制御装置は、前記燃料カット後に燃料噴射を再開させる燃料リカバ手段を備え、該燃料リカバ中の前記NOx検出値と前記燃料カット中の前記N

(3) 003-106184 (P2003-106184A)

NOx検出値との差が所定値以下である場合には、前記NOx検出器の異常と判定することを特徴とする請求項2記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項23】 前記制御装置は、前記空燃比検出器の出力を目標空燃比に近づけるように制御する空燃比制御手段を備え、前記目標空燃比がストイキに設定されたときの前記NOx検出器の出力信号に基づいて前記三元触媒の劣化を診断することを特徴とする請求項2乃至22のいずれか一項に記載の圧縮着火エンジンの制御装置。

【請求項24】 請求項1乃至23のうち、少なくともいずれか一項に記載の前記圧縮着火エンジンの制御装置を備えたことを特徴とする自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧縮着火エンジンの制御装置に係り、特に、火花点火運転と圧縮着火運転との切り替え時、及び圧縮着火運転時の排気悪化を防止する圧縮着火エンジンの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のリーンバーンエンジンは、ポンピングロス低減効果等により燃費の向上が可能である。

【0003】しかし、リーン運転中のNOxが三元触媒では浄化できないという問題があるため、この問題の解決策の一つとしてリーン空燃比においてエンジンアウトのNOxを数ppmに抑えることができる圧縮着火エンジンの技術が提案されている（例えば、特開昭62-15722号公報等参照）。該公報所載の圧縮着火エンジンは、空気と燃料の予混合気を圧縮して自己着火させることで、NOxが発生する温度1800Kよりも低い燃焼温度での燃焼を可能にする（図1）。

【0004】しかし、該公報でも指摘されているように、エンジン始動時や高負荷領域等において圧縮着火を実現することは困難であり、運転領域或いはエンジンの状態に基づいて圧縮着火運転領域と点火プラグによる火花点火運転領域とを切り替える必要があることから（図2）、これを達成する圧縮着火エンジンの制御装置の技術が提案されている（例えば、特開平11-6435号公報等参照）。該公報所載の圧縮着火エンジンは、燃焼室内のイオン電流に基づいて着火時期を検出し、検出した着火時期と点火プラグによる火花点火時期との差が所定値以下になったときに燃焼を切り替えることによって燃焼異常を防止する。或いは、排気中のNOxを検出し、このNOx濃度の変化に基づいて燃焼を切り替えることによって燃焼が不安定になるのを防止する技術も提案されており（例えば、特開平11-336600号公報等参照）、切り替えのタイミングを適切に判断することで失火による排気悪化を防止している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記の従来

の技術は、切り替え時の燃焼異常に伴う排気悪化を防止することはできるものの、排気を浄化する触媒のことが考慮されておらず、触媒で排気が浄化できない状態においても燃焼を切り替えてしまい、大気中に放出される排気を悪化させる可能性があるという不都合が生ずる。つまり、排気管に三元触媒を備えた場合では、切り替え時において空燃比が極度にリーンとなればNOxが浄化できずに排出され、逆に、空燃比が極度にリッチになればHC、COが浄化されずに排出されてしまうという問題がある。また、リーン空燃比において圧縮着火を行っている場合には、NOxは三元触媒では浄化できないことから、このときにエンジンから排出されるNOx悪化を防止する何等かの手段が必要になる。

【0006】すなわち、本願発明者は、三元触媒と、該三元触媒の下流側に設けられたNOx検出器とを用いることにより、火花点火運転と圧縮着火運転との切り替え時において触媒で排気が浄化されているかを監視できるとともに、圧縮着火運転時においても燃焼が悪化しているかを監視できるとの新たな知見を得、この知見から最小のエンジンシステムで構築させることを見出している。しかし、前記従来の技術は、いずれもこれらの点について格別な配慮がなされていない。

【0007】本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、火花点火と圧縮着火との燃焼切り替え時、前記火花点火燃焼時、及び前記圧縮着火燃焼時における排気悪化を防止するとともに、NOx検出器及び三元触媒の劣化を診断して排気悪化を防止することができる圧縮着火エンジンの制御装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成すべく、本発明に係る圧縮着火エンジンの制御装置は、燃料及び空気の予混合気を圧縮して着火させる圧縮着火エンジンの排気管に設置された三元触媒と、該三元触媒の上流側にて空燃比を検出する空燃比検出器と、前記三元触媒の下流側にてNOxを検出するNOx検出器と、を備えたことを特徴としている。

【0009】前記の如く構成された本発明の圧縮着火エンジンの制御装置は、三元触媒の下流側にNOx検出器が備えられ、このNOx検出値に基づいてエンジン制御がなされているので、該圧縮着火エンジンの最小のシステムを構築することができ、しかも、この構成によって、火花点火燃焼時、圧縮着火燃焼時のほか、火花点火と圧縮着火との燃焼切り替え時における排気悪化の防止と、NOxセンサ、三元触媒等の各種診断による排気悪化の防止を図ることができる。

【0010】また、本発明に係る圧縮着火エンジンの制御装置の具体的態様は、前記制御装置は、排気悪化を防止すべく、前記NOx検出器の出力信号を用いること、又は前記制御装置は、火花点火と圧縮着火との燃焼

(4) 003-106184 (P2003-106184A)

切り替え時、前記火花点火燃焼時、又は前記圧縮着火燃焼時における排気悪化を防止することを特徴としている。

【0011】さらに、本発明に係る圧縮着火エンジンの制御装置の他の具体的態様は、前記制御装置は、火花点火と圧縮着火とを切り替える燃焼切り替え手段と、該切り替え時のNOx検出値に基づいて排気悪化要因を推定する排気悪化要因推定手段と、該排気悪化要因に基づいて前記燃焼切り替え手段の制御量又は制御対象を学習する切り替え学習手段とを備えること、より具体的には、前記切り替え学習手段は、点火時期を学習すること、前記切り替え学習手段は、スロットル制御量を学習すること、前記切り替え学習手段は、燃料噴射量を学習すること、前記切り替え学習手段は、前記圧縮着火に切り替える以前の燃料カット時間を学習すること、若しくは前記切り替え学習手段は、目標空気量又は目標EGR量を学習することを特徴とし、又は前記切り替え学習手段は、前記火花点火と前記圧縮着火とによる燃焼切り替え領域を学習することを特徴としている。

【0012】さらにまた、本発明に係る圧縮着火エンジンの制御装置のさらに他の具体的態様は、前記制御装置は、前記圧縮着火の運転時における膨張から排気行程の間に燃料噴射を行うこと、前記制御装置は、前記空燃比検出器の出力を目標空燃比に近づけるように制御する空燃比制御手段と、前記三元触媒の浄化率が最適になるように前記目標空燃比を演算する目標空燃比演算手段とを備え、該目標空燃比演算手段は、前記NOx検出器の出力信号に基づいて前記目標空燃比を演算すること、前記制御装置は、前記NOx検出値が所定値を越えた場合には、前記目標空燃比を一時的にリッチ側に設定すること、前記制御装置は、前記NOx検出器の異常を診断するNOx検出器診断手段を備え、前記NOx検出器の異常が判定された場合には、前記空燃比検出器の出力がストイキになるように空燃比を制御すること、前記制御装置は、前記圧縮着火燃焼時におけるNOx検出値に基づいて燃焼悪化を検出する燃焼悪化検出手段を備えること、前記燃焼悪化検出手段は、前記空燃比検出器の出力がリーンである場合に、前記圧縮着火燃焼時における燃焼悪化を検出すること、前記制御装置は、前記燃焼悪化検出手段によって燃焼悪化が検出された場合に前記圧縮着火の燃焼改善を行う燃焼改善制御手段とを備えること、若しくは前記制御装置は、前記燃焼改善制御手段の実施後に、前記排気悪化検出手段によって燃焼悪化が検出された場合には、前記空燃比検出器の出力がストイキになるように空燃比を制御すること、又は前記制御装置は、前記空燃比検出器の異常を検出する空燃比検出器診断手段を備え、該空燃比検出器の異常が診断された場合には、前記NOx検出器の出力信号に基づいて燃料噴射量を補正することを特徴としている。

【0013】また、前記制御装置は、前記NOx検出器

及び／又は前記三元触媒の劣化を診断して排気悪化を防止すること、前記制御装置は、減速時に燃料噴射を中止させる燃料カット手段を備え、該燃料カット中の前記NOx検出器の出力信号に基づいて前記NOx検出器の劣化を診断すること、若しくは前記制御装置は、前記燃料カット後に燃料噴射を再開させる燃料リカバ手段を備え、該燃料リカバ中の前記NOx検出値と前記燃料カット中の前記NOx検出値との差が所定値以下である場合には、前記NOx検出器の異常と判定すること、又は前記制御装置は、前記空燃比検出器の出力を目標空燃比に近づけるように制御する空燃比制御手段を備え、前記目標空燃比がストイキに設定されたときの前記NOx検出器の出力信号に基づいて前記三元触媒の劣化を診断することを特徴としている。さらに、自動車が前記圧縮着火エンジンの制御装置を備えたことを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面により本発明の実施形態について説明する。図3は、本発明の実施形態を示すものであり、該実施形態の圧縮着火エンジンの制御装置を自動車用ガソリンエンジンに適用させたシステム構成図である。

【0015】該エンジン50は、燃料及び空気の予混合気を圧縮して自己着火させる圧縮着火エンジンであり、吸入空気量を計測するエアフローセンサ1と、吸気流量を調整するスロットル2とが吸気管11の各々の適宜位置に備えられ、燃焼室に燃料を噴射するインジェクタ3と、点火エネルギーを供給する点火プラグ4と、筒内のEGR量を調整するための可変バルブ5とが気筒12の各々の適宜位置に備えられ、また、排気を浄化する三元触媒7と、空燃比検出器の一態様あって、三元触媒7の上流側にて排気空燃比を検出する空燃比センサ6と、NOx検出器の一態様あって、三元触媒7の下流側にてNOx濃度を検出するNOxセンサ8とが排気管13の各々の適宜位置に備えられ、さらに、クランク軸14には、回転角度を算出するためのクランク角度センサ9が備えられており、これら各種信号は、該信号を処理するマイコンを備えたエンジン制御装置（以下、ECUとする）10に入力される。該ECU10は、排気悪化を防止するべく、NOxセンサ8の出力信号に基づいて各種制御を行う排気制御装置10A及び診断装置10Bを備えている。そして、後述のように、排気制御装置10Aは、火花点火と圧縮着火との燃焼切り替え時、前記火花点火燃焼時、及び前記圧縮着火燃焼時における排気悪化を防止し、診断装置10Bは、NOxセンサ8及び三元触媒7の劣化を診断して排気悪化を防止している。

【0016】図4は、ECU10による火花点火時における燃焼室内圧力及び燃料噴射信号と点火タイミングとを説明したものである。図示のように、通常の火花点火運転では、吸気行程においてインジェクタ3が燃料を噴射し、圧縮行程において点火プラグ4が燃料を着火させ

(5) 003-106184 (P2003-106184A)

ている。

【0017】一方、図5は、ECU10による圧縮着火運転における燃焼室内圧力及び燃料噴射信号等を説明したものである。ここで、圧縮着火運転を実現する方法はいくつか存在するが、ここでは図示のように、まず、吸排気弁5、5のプロフィールを変えて排気を閉じこめ（内部EGR）、この閉じこめた排気中にインジェクタ3が副燃料を噴射して圧縮することでラジカルを発生させ、次に、圧縮行程においてインジェクタ3が主燃料を噴射することで燃料を自己着火させている。つまり、ECU10は、内部EGRによって気筒12内の筒内温度を制御し、かつ、副燃料噴射及び主燃料噴射により着火温度を制御することが可能であり、圧縮着火時期を適切にコントロールしている。

【0018】図6は、前記内部EGRを制御するための吸排気弁5のプロフィールを示したものであり、図6

(a)は、圧縮着火時の吸排気弁5のリフト量を火花点火時に比べて減らすことにより、排気を閉じこめて前記内部EGRを増加させる方法を示しており、また、図6(b)は、圧縮着火時の排気弁5のリフト時間を吸気弁5のリフト時間に比べて短くすることにより、排気を閉じこめて前記内部EGRを増加させる方法を示している。

【0019】ところで、上述の図1にも示したように、圧縮着火運転時にはNOxがほとんど生成されず、しかも、このときのNOx生成は空燃比にほとんど依存しないため、圧縮着火運転時には空燃比をリーンにしても排気が悪化しない。すなわち、本実施形態のエンジン50は、排気管13に三元触媒7を設置するとともに、該三元触媒7の下流側にNOxセンサ8を設置し、ECU10の排気制御装置10Aは、火花点火運転時には空燃比をストイキに制御することによって大気中に放出される排気の低減を図り、また、圧縮着火運転時にはストイキ或いはリーンに空燃比を制御することによって大気中に放出される排気の低減を図っている。

【0020】ここで、三元触媒7の下流側に設置されたNOxセンサ8のNOx検出値に基づいた火花点火運転時の空燃比制御について説明する。図7は、ECU10の排気制御装置10Aによる空燃比制御系の制御ブロック図である。

【0021】ECU10は、燃料噴射演算部701と、目標空燃比演算部702とを備えており、前記排気制御装置10Aが三元触媒7において排気を高効率で浄化するためには、触媒7内の貯蔵酸素量を適切に制御する必要があるため、目標空燃比演算部702は、NOxセンサ8からのNOx検出値に基づいて三元触媒7の浄化率が最適になるように目標空燃比を演算して、空燃比制御手段の一態様である燃料噴射演算部701に出力し、該燃料噴射演算部701は、空燃比センサ6からの実空燃比を前記目標空燃比に近づけるように燃料量を演算して

インジェクタ3に出力し、三元触媒7内の貯蔵酸素量を制御している。

【0022】ここで、図8は、空燃比検出器6の検出値がリーンにずれた場合の貯蔵酸素量とNOx検出値とを示したものであり、図示のように、空燃比がリーンの場合において貯蔵酸素量が貯蔵限界に達すると、三元触媒7でNOxが浄化できなくなるためNOx検出値が上昇することが分かる。

【0023】そこで、図9に示すように、前記排気制御装置10Aは、NOxセンサ8の検出値が所定値NOxHLeを越えた場合には、空燃比F/Bの目標空燃比を一時的にリッチ側にスキップさせ、その後、通常の目標空燃比に徐々に戻すことで貯蔵酸素量を制御している。なお、一部のNOxセンサでは、酸素濃度を同時に測定できるので、三元触媒7の下流側の酸素濃度が一定となるように目標空燃比を設定して空燃比F/B制御を行い、NOxが検出された場合には前記酸素濃度の目標値をNOxが検出されなくなるまでリッチ側に移動することによっても、貯蔵酸素量を適切に制御できる。

【0024】また、ECU10は、空燃比センサ6の検出値が目標空燃比に近づけるように燃料量を補正しているが、空燃比センサ6が異常と判断された場合には、空燃比を目標空燃比に近づける制御を実施できないことから、前記排気制御装置10Aは、空燃比センサ6の異常が診断されたときには、次記のように、NOxセンサ8に基づいて排気を低減させている。

【0025】図10は、空燃比センサ故障時におけるECU10の排気制御装置10AによるNOx検出値と燃料補正量との関係を示したものである。該排気制御装置10Aは、空燃比センサ6の異常を検出する空燃比検出器診断手段を備えており、図示のように、該空燃比センサ6の異常が診断された場合には、NOxセンサ8の出力信号に基づいて燃料噴射量を補正している。つまり、NOx検出値が所定値NOxHLe以下の場合には、燃料補正量を所定の割合で減少させるのに対し、NOxHLeを越えたときには、リッチ側に所定量の燃料補正を行い、その後、燃料補正量を所定の割合で増加させる。そして、NOx検出値が所定値NOxLLeよりも小さくなったときには、リーン側に所定量の燃料補正を行い、その後、燃料補正量を所定の割合で減少させる。これにより、空燃比は若干リーンになるものの、極度の空燃比ずれが生じないため、排気悪化を防止できることになる。

【0026】次に、ECU10の排気制御装置10Aによる火花点火と圧縮着火の燃焼切り替え時の排気制御について説明する。図11は、該排気制御装置10Aによる燃焼切り替え時の排気悪化を防止する制御ブロック図である。該排気制御装置10Aは、燃焼判定部1101と、切り替え制御部1102と、排気悪化検出部1103と、切り替え学習部1104とを備えている。

(6) 003-106184 (P2003-106184A)

【0027】燃焼判定部1101は、機関回転数、機関負荷、アクセル開度、水温、触媒温度等を読み込み、燃焼切り替えを行うか否かの判定を行っており、その判定結果に基づいて切り替え要求を切り替え制御部1102に出力する。例えば、図2に示したように、機関回転数と機関負荷とに対して圧縮着火可能な領域をマップとして持ち、アクセル開度から目標の機関負荷を演算し、現在の回転数と目標とする機関負荷とが前記マップの圧縮着火可能な範囲にある場合には、火花点火から圧縮着火への燃焼切り替えを行うか否かを判定する。ただし、排気悪化を防止するためには、圧縮着火が可能な運転領域であっても、水温或いは触媒温度が所定値に達しない場合には、圧縮着火への切り替えを禁止する。

【0028】切り替え制御部1102は、前記切り替え要求に従って火花点火から圧縮着火、或いは圧縮着火から火花点火へと燃焼を切り替えて切り替え学習部1104に出力する。排気悪化検出部1103は、後述のように、前記切り替え時のNOxセンサ8の検出値に基づいて排気悪化要因を推定する手段であり、この推定結果を切り替え学習部1104に出力する。

【0029】切り替え学習部1104は、後述のように、排気悪化検出部1103の排気悪化要因に基づいて、前記切り替え制御部1102の制御量（例えば、点火時期、スロットル制御量、燃料噴射量、圧縮着火に切り替える以前の燃料カット時間、若しくは目標空気量或いは目標EGR量等）を学習する、又は前記切り替え制御部1102の制御対象（例えば、前記燃焼判定部1101の火花点火と圧縮着火とによる燃焼切り替え領域等）を学習することによって、燃焼切り替え時の排気悪化を防止している。

【0030】以上の制御により、経時変化などにより内部EGR量にずれが生じて、学習によって内部EGR量に対してリッチにならない空気量を確保し、かつ、圧縮着火に切り替え可能な内部EGR量に制御されることができるので、排気悪化を防止することができる。

【0031】図12は、排気制御装置10Aの切り替え制御部1102による火花点火から圧縮着火へと燃焼を切り替える場合の切り替え制御の一例を示したものであり、定常状態（出力一定）での切り替え制御である。

【0032】そして、スロットル2の操作量、排気弁5のリフト量、点火プラグ4の点火信号のタイミング、及びインジェクタ3の燃料噴射パルス幅の各目標値を時系列に沿って示したものである（図面上方に向かってそれぞれ、スロットル開放、リフト量増加、点火時期進角、燃料パルス幅増加を表す）。

【0033】まず、内部EGR量と排気弁リフト量EV1或いは該排気弁5のリフト時間との関係は、機関回転数や負荷等の運転状態によって異なるため、予め実験或いはシミュレーションにより運転状態毎の内部EGR量と排気弁リフト量EV1或いはリフト時間との関係を求

めておき、マップ或いはモデルとして持つておく必要がある。

【0034】ここで、排気弁5のバルブリフト量低下により内部EGRを増加させると、気筒12内に流入される新規空気量が減少するため、空燃比がリッチになる恐れがある。この極度なリッチ空燃比は、三元触媒7での酸化作用を低下させて排気悪化に繋がることから、排気制御装置10Aは、燃焼切り替え開始時にスロットル2を内部EGR量に応じて予め開くことにより、空燃比がリッチになることを防止する。

【0035】そのためには、内部EGR量と同等の空気量を気筒12内に流入させる必要があることから、TV1分のスロットル2を開く。内部EGR量は、運転領域毎に異なるため、スロットル量TV1は、運転領域毎のマップから呼び出されるF/F制御量とし、空燃比がリッチにならないスロットル量TV1を予め実験或いはシミュレーションにより求めておく。

【0036】そして、空気流量によって決まる吸気遅れの後、膨張工程にある気筒12を検出して、排気行程に入る前に排気弁5のリフト量を所定値まで移動させることで内部EGRを制御して圧縮着火可能な状態に切り替える。その後、当該気筒12の点火時期を圧縮着火の時期、すなわち予混合気が自己着火する時期よりもリタードすることによって、火花点火から圧縮着火に切り替えることができる。

【0037】次に、圧縮着火に切り替わると、空燃比の目標値をリーンに設定する。より具体的には、スロットル2をさらに開いて空気量を増やす一方、燃料量はポンピングロス分の改善と燃焼効率の向上分を見込んで減らしていく。このとき、圧縮着火の時期を制御することでトルクが最大となるようにすることが望ましい。

【0038】図13は、排気制御装置10Aによる本制御を実行した時の気筒12内の空気量、エンジンアウトの空燃比、触媒7前後のNOx濃度を時系列で示したものである（図面上方に向かって空気量増加、空燃比リーン、NOx濃度増加を示す。）。

【0039】排気制御装置10Aによる本制御では、空気量は火花点火の時は一定となり、圧縮着火に切り替えた後には、スロットル2が開かれるため、空気量が増加する。また、空燃比センサ6によって検出される空燃比は、火花点火運転の時はストイキに、圧縮着火運転時はリーンとなる。さらに、三元触媒7の上流側たる前NOxは、火花点火から圧縮着火に切り替わる時に減少し、圧縮着火後は圧縮着火時と同レベルまで低下するので、三元触媒7の下流側たる後NOxは、切り替え前後で同レベルの濃度となることが分かる。

【0040】以上で説明したように、排気制御装置10Aによる排気制御は、気筒12内の空燃比がリッチになるのを防ぐために、スロットル2をTV1開き、また、圧縮着火に切り替えるべく内部EGR量を制御するため

(7) 003-106184 (P2003-106184A)

に、排気弁5のリフト量をEV1だけ小さくしている。しかし、これらの制御量は、出荷時に調整されたものであることから、経時変化等により必ずしも適切でなくなる場合がある。

【0041】例えば、図14に示すように、スロットル開度TV1により気筒12内に流入される実空気量が大きければ、空気量が増加した分だけ空燃比がリーンとなり、この結果、火花点火時に生じたNOxが三元触媒7でNOxが一時的に浄化できなくなってNOxがスパイク状に放出されることがある。また、図15に示すように切り替え時の内部EGR量制御が適切でないと、圧縮着火から火花点火へと切り替わるタイミングが遅れるため、空燃比をリーンにする過程でNOxがスパイク状に放出されることがある。

【0042】そこで、排気制御装置10Aは、図11の如く排気悪化検出部1103を設けており、該排気悪化検出部1103において、切り替え時におけるNOxスパイクを検出して排気悪化要因を分析し、切り替え学習部1104に分析結果を出力している。

【0043】より具体的には、排気悪化検出部1103は、NOxスパイクの発生時期と燃焼切り替えタイミング及び触媒前側の空燃比センサ6出力との関係からNOxの発生が空気量制御のずれなのか、EGR制御のずれなのかを判断する。そして、切り替え学習部1104では、NOxスパイクが燃焼切り替え前に検出された場合にはスロットル開度TV1をNOxスパイク量に応じて小さくし、また、燃焼切り替え後に検出された場合には排気弁5のリフト量EV1をNOxスパイク量に応じて大きくするように切り替え制御部1102のF/F制御量を学習する。

【0044】また、切り替え学習部1104は、学習後の値が予め決められていた制御範囲を超えた場合には燃焼を切り替えることが不可能と判断し、燃焼判定部1101が持つ燃焼切り替え領域マップを変更し、切り替えを禁止する。なお、燃焼切り替え領域マップは、図2に示したマップと同じマップでも良いし、排気を悪化せずに燃焼切り替え制御が実施できるという意味の別のマップにしても良い。

【0045】図16乃至図19は、排気制御装置10Aによる排気制御の動作フローチャートであり、図16は、図11の制御ブロックをフローチャートで表現したものである。ステップ1601では、運転状態（機関回転数、アクセル開度、水温、触媒温度等）を各種センサから読み込み、ステップ1602では、燃焼判定部1101において燃焼状態を切り替えるか否かを判定をしてステップ1603に進む。

【0046】ステップ1603では、燃焼切り替え要求があるか否かを判定し、切り替え要求がある場合、すなわちYESのときにはステップ1604に進んで、切り替え制御部1102で燃料を切り替えてステップ160

5に進む。なお、ステップ1603で燃焼切り替え要求が無い場合には一連の動作を終了する。

【0047】ステップ1605では、燃焼切り替えが完了しているか否かを判断し、切り替え制御が終わるまではステップ1606に進まず、切り替えが完了している場合、すなわちYESのときにはステップ1606に進み、切り替え学習部1104にて、NOxセンサ8の検出値をもとに切り替え制御部1102の制御量或いは燃焼判定部1101の切り替え領域を学習して一連の動作を終了する。

【0048】次に、これら、ステップ1602の燃焼判定部1101、ステップ1604の切り替え制御部1102、ステップ1606の切り替え学習部1104における各動作をフローチャートに基づいて説明する。図17は、排気制御装置10Aの燃焼判定部1101の動作フローチャートである。

【0049】ステップ1701では、切り替え要求フラグをクリアし、ステップ1702では、現在の燃焼状態が火花点火であるか否かを判定し、火花点火である場合、すなわち、YESのときにはステップ1703に進み、火花点火でないとき（圧縮着火のとき）にはステップ1706に進む。

【0050】ステップ1703及びステップ1704では、火花点火から圧縮着火へ移行可能か否かをチェックする。より具体的には、ステップ1703では、水温が所定値以上であること、回転数が所定値以下であること、空気流量が所定値以下であること、アクセル開度変化が所定範囲内であること、回転数変動が所定値以内であること等、安定して圧縮着火燃焼が制御可能であるかの条件をチェックし、該制御可能であるときにはステップ1704に進む。そして、ステップ1704では、火花点火から圧縮着火に切り替えるのに許可されている運転領域にあるかを判断している。ここでは、火花点火から圧縮着火に切り替わるときに排気が悪化しない領域を、例えば回転数とトルクのマップとして用い、現在の運転領域がその範囲に入っているかをチェックしており、現在の運転領域が排気の悪化しない領域内にあるとき、すなわち、YESのときにはステップ1705に進み、一方、ステップ1703で安定して圧縮着火燃焼が制御可能ではない、又はステップ1704で現在の運転領域が排気の悪化しない領域内にないときには一連の動作を終了する。

【0051】ステップ1705では、火花点火から圧縮着火切り替え要求フラグをオンにして一連の動作を終了する。一方、ステップ1702にて、現在の燃焼が圧縮着火の場合には、ステップ1706に進んで、圧縮着火許可条件が不成立か否かをチェックし、許可条件が不成立の場合、すなわち、YESのときには、ステップ1708に進み、ステップ1706で許可条件が成立のときにはステップ1707に進んで、燃焼悪化が生じている



(8) 003-106184 (P2003-106184A)

か否かをチェックする。ここでは、クランク角度センサ9の信号等に基づいた失火チェック、及びNOxセンサ8の信号等に基づいた燃焼異常のチェックする。そして、燃焼悪化が検出された場合、すなわち、YESのときにはステップ1708に進み、圧縮着火から火花点火への切り替え要求フラグをオンにして一連の動作を終了する。なお、燃焼悪化が検出されないときには一連の動作を終了する。

【0052】したがって、排気制御装置10Aの燃焼判定部1101は、圧縮着火が可能であるかの判断部に加えて、排気を悪化せずに切り替え可能である領域においてのみ燃焼の切り替えが行われるので、切り替え時の排気悪化が防止できる。

【0053】また、さらに圧縮着火時において燃焼悪化をモニタし、燃焼悪化が検出された場合には速やかに火花点火に戻されているので、圧縮着火運転時の排気悪化も防止できる。さらに、燃焼悪化の判定にNOxセンサ8の出力を用いることで、混合気の不均質性に基づくNOx排出量の増加等、回転変動では分からない微妙な排気悪化も検出することができる。

【0054】図18は、排気制御装置10Aの切り替え制御部1102において火花点火から圧縮着火に切り替えるときの一例の動作フローチャートである。ステップ1801では、圧縮着火に切り替えるための目標EGR量を演算し、この目標EGR量に応じてリッチになるのを防止するための目標空気量を設定する。そして、ステップ1802では、目標EGR量及び目標空気量を実現するためのスロットル2の目標スロットル開度TV1及び排気弁5の目標リフト量EV1を設定する。

【0055】ステップ1803では、切り替えを始める気筒12を設定し、ステップ1804では、スロットル2の開度をTV1だけ開く。ステップ1805では、切り替える気筒12が膨張行程に入るまで待つてステップ1806に進み、排気弁5のリフト量をEV1だけ下げ、ステップ1807で切り替える気筒12が圧縮行程に入るまで待ち、ステップ1808で点火時期を圧縮着火時期よりも後にリタードして一連の動作を終了する。

【0056】したがって、排気制御装置10Aの切り替え制御部1102は、運転領域毎に適切な内部EGRを演算し、排気弁5のリフト量を設定することによって、圧縮着火に着実に移行でき、また、内部EGR量に応じた目標空気量を設定し、予めスロットル2を開くことによって空燃比がリッチになり、排気の悪化を防止することができる。

【0057】さらに、点火時期を圧縮着火時期よりも後にリタードすることによって、火花点火から圧縮着火への移行時に、万が一、圧縮着火しない場合でも、火花点火による燃焼が起こるので、失火による排気悪化を防止することができる。

【0058】図19は、排気制御装置10Aの切り替え

学習部1104の動作フローチャートである。ステップ1901では、火花点火時の排気悪化があったか否かを判定し、排気悪化がある場合、すなわち、YESのときにはステップ1902に進み、排気悪化がなければステップ1903に進む。

【0059】ステップ1902では、目標空気量を減らすように学習する。つまり、火花点火時の排気悪化要因は、空燃比がリーンになりすぎたためであるので、目標空気量を小さくする、より具体的には、スロットル2の開度TV1を小さくすることで排気の悪化を防止する。

【0060】ステップ1903では、圧縮着火時の排気悪化があったか否かを判定し、排気悪化がある場合、すなわち、YESのときにはステップ1904に進み、排気悪化がなければステップ1905に進む。この圧縮着火時の排気悪化は、EGRが十分には入らず圧縮時の気筒12内温度が圧縮着火に至らないためであるので、ステップ1904にて目標EGR量を増やすように学習する。より具体的には、排気弁5のリフト量EV1を小さくすることで排気の悪化を防止する。

【0061】次に、ステップ1905では、ステップ1902或いはステップ1904で設定された各学習値と、スロットル2や排気弁5の稼働範囲等で決まる所定値とを比較し、前記学習値が前記所定値以下であるか否かを判定し、前記学習値が前記所定値以下である場合、すなわち、YESのときには一連の動作を終了し、一方、前記学習値が前記所定値を越えていたときには、ステップ1906に進み、当該領域での切り替えを禁止する。

【0062】したがって、排気制御装置10Aの切り替え学習部1104は、火花点火時における空気量制御の制御量を学習で適切に設定することにより排気の悪化を防止でき、また、圧縮着火時における内部EGR制御の制御量を学習で適切に設定することにより排気の悪化を防止でき、さらに、学習による制御量の設定量が所定値範囲を超えている場合には、その領域での切り替えを禁止することによっても排気の悪化を防止できる。

【0063】ここで、切り替え学習部1104において、火花点火から圧縮着火への切り替えは、ストイキで行うのが原則であるが、いくつかの例外がある。図20は、その例外の一つであり、燃料カット運転後の燃料リカバを圧縮着火で行う場合について示したものであり、燃料リカバ時の火花点火から圧縮着火への切り替え制御時における、スロットル2の操作量、排気弁5のリフト量、点火ラグ4の点火タイミング、インジェクタ3の燃料噴射パルス幅の各目標値を時系列に沿って示したものである(図面上方に向かってそれぞれ、スロットル開放、リフト量増加、点火時期進角、燃料パルス幅増加を表す)。

【0064】ここでは、減速時に燃料カットし、その後燃料リカバを圧縮着火運転によって行っている例であ

(9) 003-106184 (P2003-106184A)

る。スロットル2を閉じ、回転数が所定値以下になったときに燃料供給を開始して圧縮着火によって動力を発生させため、排気弁5のリフト量を下げて排気を閉じこめ、燃料を噴射する気筒12の点火時期をリタードして圧縮着火に移行させる。

【0065】図21は、図13と同様に、このときの空気量、空燃比、触媒前後のNO<sub>x</sub>を示したものである。まず、燃料カット中はNO<sub>x</sub>が発生しないため、三元触媒7前後のNO<sub>x</sub>検出値は0となる。よって、燃料カット中のNO<sub>x</sub>値によってセンサ8の診断及びキャリブレーションができるがこれについては後述する。

【0066】この切り替えにおける問題は、燃料カット中は燃焼が行われないために排気温度が下がることである。このため、燃料カット時間が長い場合、図22に示すように、圧縮着火できずにリタードした点火信号による火花点火による燃焼が起こり、スパイク状にNO<sub>x</sub>濃度に変化する場合がある。したがって、図21のように、燃料リカバを圧縮着火で行える時間FC1を予め実験或いはシミュレーションにより求めておき、燃料カット後の所定時間(FC1)内であれば圧縮着火で燃料リカバをし、そうでなければ空燃比をストイキに制御して、火花点火で燃料リカバを実現する必要がある。そして、圧縮着火で燃料リカバを行い、NO<sub>x</sub>がスパイク状に発生してしまった場合には、前記FC1を短くするように学習すれば、排気の悪化をさらに確実に防止できる。

【0067】次は、上述の火花点火から圧縮着火とは逆に、排気制御装置10Aの切り替え学習部1104による圧縮着火から火花点火に切り替える制御について説明する。図23は、定常時におけるスロットル2の操作量、排気弁5のリフト量、点火プラグ4の点火タイミング、インジェクタ3の燃料噴射パルス幅の各目標値を時系列に沿って示したものである(図面上方に向かってそれぞれ、スロットル開放、リフト量増加、点火時期進角、燃料パルス幅増加を表す)。

【0068】圧縮着火から火花点火への切り替え要求に基づき、まず、空燃比をストイキに戻すためにスロットル2を閉じ、次に、内部EGRを減らすために排気弁5のリフトを大きくする。そして、点火信号をオンにして内部EGRが抜けた気筒12から点火信号を進角させて火花点火に切り替える。なお、このときポンプロスの増加及び燃焼効率の悪化が伴うため、火花点火運転時の燃料パルス幅は、圧縮着火運転時の燃料パルス幅よりも増量させることでトルク段差が無く切り替えることができる。

【0069】図24は、排気制御装置10Aによる本制御を実行した時の気筒12内の空気量、空燃比、触媒7前後のNO<sub>x</sub>濃度を時系列で示したものである(図面上方に向かって空気量増加、空燃比リーン、NO<sub>x</sub>濃度増加を示す)。

【0070】図示のように、圧縮着火から火花点火へと切り替えるときには空気量は減少し、空燃比は、リーン(或いはストイキ)からストイキへと変化する。また、触媒7の下流のNO<sub>x</sub>は、切り替え前後で一定であるが、触媒7の上流のNO<sub>x</sub>は、火花点火に切り替わると増加している。図25は、排気制御装置10Aによる圧縮着火運転時の排気空燃比をストイキに制御するための一例を示したものである。

【0071】排気制御装置10Aは、圧縮着火の運転時における膨張行程から排気行程の間に、空燃比合わせを行うべく2回の副燃料噴射が行われており、空燃比をストイキに制御している。この副燃料噴射による燃料は、ほとんどトルクに関与しないため、トルク段差を伴わずに排気空燃比をストイキに制御することができる。

【0072】図26は、圧縮着火から火花点火時への切り替え時における排気悪化の一例を示したものである。これは、圧縮着火から火花点火への切り替え時に空燃比をストイキに戻す前に火花点火が行われたためにNO<sub>x</sub>が悪化している状態である。したがって、このような場合は、図25で示した空燃比合わせの燃料量を増加するように学習することにより、排気悪化防止が可能である。或いは切り替え時間が長くなるものの、点火時期を進角させるタイミングを遅くしても同様の効果が得られる。

【0073】次に、図27は、切り替え制御部1102において、加速時に圧縮着火から火花点火に切り替える場合の一例を示したものである。つまり、スロットル及び燃料パルス幅を制御して圧縮着火時の空燃比をストイキ近傍まで近づけ、排気弁5のリフト量を大きくして内部EGRを筒内から減らし、点火信号を進角させることにより、圧縮着火から火花点火へと燃焼を切り替えている。なお、圧縮着火から火花点火への切り替え時の時トルクショックが大きい場合には、点火進角量为目标値より小さくすることでトルクショックを低減することが好ましい。

【0074】図28は、切り替え制御部1102による本制御を行ったときの空気量、空燃比、及び触媒前後のNO<sub>x</sub>値を示す。空気量は加速に伴って増加し、空燃比はリーンからストイキへと移行する。また、触媒7の下流のNO<sub>x</sub>は切り替え前後でほぼ一定だが、触媒7の上流のNO<sub>x</sub>は火花点火へ切り替え後に急激に上昇している。

【0075】図29は、切り替え時に排気が悪化した例を示したものである。ここでは、圧縮着火から火花点火へ切り替える場合に、リーンの空燃比で火花点火を行ったためにスパイク状にNO<sub>x</sub>が排出されていることが分かる。

【0076】したがって、排気悪化を防止するためには、切り替え制御部1102のように、燃料噴射の増量分を多くするか、或いは点火進角タイミングを遅くする

( 0 ) 03-106184 ( P2003-106184A )

ように学習する必要がある。

【0077】次に、排気制御装置10Aによる圧縮着火運転時の排気制御について説明する。図30は、圧縮着火時における燃焼異常をNOxセンサで検出し、燃焼悪化時には燃焼改善或いは圧縮着火を禁止して排気悪化を防止する動作フローチャートである。

【0078】ステップ3001では、NOxセンサ8及び三元触媒7の診断を行う。これについては後述するが、例えば、排気制御装置10Aに備えられたNOxセンサ8の異常を診断するNOx検出器診断手段において行われる。

【0079】ステップ3002では、NOxセンサ8の故障や三元触媒7の劣化が無いことをチェックし、劣化や故障がない場合、すなわち、YESのときにはステップ3003に進み、一方、劣化や故障があるときには、一連の動作を終了する。

【0080】ステップ3003では、現在の運転状態が圧縮着火運転であるか及び空燃比がリーンであるか否かをチェックし、圧縮着火運転、かつ、リーン空燃比である場合、すなわち、YESのときにはステップ3004に進み、一方、圧縮着火運転、かつ、リーン空燃比でないときには、一連の動作を終了する。

【0081】ステップ3004では、NOx検出値と燃焼悪化しきい値NOxHLとを比較する。この燃焼悪化しきい値NOxHLは、検出クライテリアによって決まる値であり、空気流量が多ければ小さい値となる。そして、NOx検出値が燃焼悪化しきい値NOxHL以上である、すなわち、YESのときにはステップ3005に進み、一方、NOx検出値が燃焼悪化しきい値NOxHL以下のときには、一連の動作を終了する。

【0082】ステップ3005以降は、燃焼改善制御手段において、圧縮着火燃焼の改善のため燃料の微粒化或いは混合気均質化を目的とした制御を行う。具体的には、排気制御装置10Aは、圧縮着火の運転時におけるNOxセンサ8の検出値に基づいて燃焼悪化を検出する燃焼悪化検出手段と、該燃焼悪化検出手段によって燃焼悪化が検出された場合に圧縮着火の燃焼改善を行う燃焼改善制御手段とを備えており、前記燃焼悪化検出手段によって燃焼悪化が検出された場合には、前記燃焼改善制御手段は、空燃比センサ6の出力がストイキになるように空燃比を制御している。

【0083】つまり、ステップ3005では、前記燃焼改善制御手段にて、例えば、通常よりも燃圧を上げる、タンブルコントロールバルブ或いはスワールコントロールバルブを通常よりも閉めて筒内流動を強化する、若しくは圧縮着火時の空燃比をリーンにする、若しくはEGR量を増やす等の制御を行い、混合気の均質化を図る制御を実施し、それでも燃焼改善されない場合（NOx検出値が所定値以下にならずに、NOxセンサ8の異常が判定されたとき）には、インジェクタ3に付着したデポ

を焼くために、燃焼を火花点火に切り替えて高負荷運転を所定時間行うまで圧縮着火を禁止する。そして、これらの燃焼改善制御を行った後、ステップ3006に進み、燃焼改善効果があるか否かをチェックして、燃焼改善効果がある場合には一連の動作を終了し、燃焼改善効果が無いときには、ステップ3007に進み、圧縮着火運転の時であっても空燃比センサ6の出力がストイキになるように空燃比を制御し、排気を三元触媒7で浄化させることとする。

【0084】次に、ECU10の診断装置10Bについて説明する。本実施形態のECU10は、上述のように排気制御装置10Aのほか、排気悪化を防止するべく、三元触媒7下流側に設けられたNOxセンサ8の出力信号に基づいてNOxセンサ8の劣化の診断等を行う診断装置10Bを備えている。

【0085】具体的には、図30のステップ3001において行われるNOxセンサ8の診断は、例えば、図31に示されているように、ECU10に備えられた燃料カット手段が、減速時に燃料噴射を中止させ、この燃料カット中のNOx検出値に基づいて行われる。つまり、燃料カット中には燃焼が行われないため、NOxが排出されず、燃料カット中のNOx検出値が0になることから、ECU10に備えられた燃料リカバ手段による燃料リカバの際には三元触媒7内の空燃比がリーンとなるため、若干のNOxが排出される場合が多い。したがって、燃料カット中のNOx検出値の下限値と、燃料リカバ中のNOx検出値、より具体的には、燃料リカバ直後のNOxピーク値との差 $\Delta NOx$ 1を求め、この値が所定値以下であればNOxセンサが劣化していると判断するものである。

【0086】また、図30のステップ3001において行われる三元触媒7の劣化を診断は、例えば、図32の触媒が正常である時の触媒前の空燃比と触媒内の貯蔵酸素量及びNOx検出値との関係にも示されているように、三元触媒7の上流側の空燃比センサ6と、三元触媒7の下流側のNOxセンサ8との各出力を用い、三元触媒7が正常であれば、空燃比がストイキからリーン又はリッチに外れても、三元触媒7内に酸素が貯蔵されるために三元触媒7の下流のNOxはほとんど変動しないことが分かる。

【0087】一方、図33に示すように、三元触媒7が劣化してくると、酸素を貯蔵できる貯蔵限界が低くなり、この限界量を超えたところではNOxが触媒内で浄化できず、スパイク状のNOxが検出されるようになる。

【0088】したがって、ECU10に備えられた空燃比制御手段が、空燃比センサ6の出力を目標空燃比に近づけるように制御し、診断装置10Bは、前記目標空燃比がストイキに設定されたときのNOxセンサ8の出力信号に基づいて三元触媒7の劣化を診断している。例え

(11) 03-106184 (P2003-106184A)

ば、空燃比の振幅とNOx検出値との相関が所定値を越えた場合、空燃比の振幅が所定範囲内のときのNOx検出値が所定値を越えたとき、或いはNOx検出値を周波数変換した際の高周波数特性のパワーが所定値を越えたとき等には三元触媒7の劣化を診断している。

【0089】また、図30のステップ3004において行われる燃焼悪化の検出もまた、診断装置10Bにて行われる。つまり、診断装置10Bは、前記圧縮着火の運転時におけるNOxセンサ8の検出値と、前記燃焼悪化しきい値との比較から燃焼悪化を検出しており、より具体的には、診断装置10Bは、空燃比センサ6の出力がリーンである場合に、圧縮着火の燃焼悪化の検出を行う燃焼悪化検出手段を備えており、該燃焼悪化検出手段にて比較判定が行われる。以上のように、本発明の前記各実施形態は、上記の構成としたことによって次の機能を奏するものである。

【0090】すなわち、前記実施形態のECU10の排気制御装置10Aは、圧縮自己着火エンジンにおいて、排気管13の三元触媒7の下流側にNOxセンサ8が配置され、該NOxセンサ8の検出値に基づいて、火花点火と圧縮着火との燃焼切り替え時、火花点火時、及び圧縮着火時において三元触媒7で排気が浄化されているかを監視できるので、各運転時及び移行時の排気悪化を防止することができ、さらに、前記ECU10の診断装置10Bは、NOxセンサ8及び三元触媒7の診断、並びに圧縮着火時の燃焼の診断をも行うことができるので、各機器類の劣化等の場合における排気悪化をも防止することができる。

【0091】また、前記ECU10による排気悪化の防止を行う前記構成は、圧縮自己着火エンジンにおける最小システムとなることから、エンジン製造コストの低廉化等を図ることができる。

【0092】以上、本発明の一実施形態について詳説したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の精神を逸脱しない範囲で、設計において種々の変更ができるものである。

【0093】例えば、前記各実施形態では、図6において、圧縮着火時の吸排気弁5のリフト量、及びリフト時間を変えることにより、排気を閉じこめて前記内部EGRを増加させる方法を示しているが、この方法以外にも吸排気弁5のバルブオーバーラップを増やして排気を吸気側に吹き戻させる如くの内部EGRを増加させる方法によっても内部EGRの制御を行うことができ、また、排気管13と吸気管12とを繋ぐバイパス流路を設け、そのバイパス流路途中に設置されたバルブの開度によって排気を吸気側に引き戻す外部EGR制御を併用しても良く、これらの場合にも前記と同様の効果を得ることができるものである。

【0094】また、図30のステップ3004では、N

Oxセンサ8のノイズの影響を避けるため、NOx検出値の重みつき平均値と所定値とを比較しても良く、さらに、図34に示すように、NOx検出値が所定時間TNOxよりも多くNOxHLを越えたときには、前記ステップ3005に進むようにしても良い。

【0095】

【発明の効果】以上の説明から理解できるように、本発明の圧縮着火エンジンの制御装置は、三元触媒の下流に備えられたNOx検出器の出力信号に基づいて排気制御及び診断をするので、該エンジンの最小のシステムを構築することができるとともに、燃焼切り替え時のほか、圧縮着火運転時の排気悪化を防止することができ、しかも、NOx検出器、三元触媒等の各種診断をも行うこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】火花点火運転と圧縮着火運転の燃焼温度とNOx排出量の関係を示す図。

【図2】火花点火と圧縮着火の運転領域或いは切り替え可能領域を示す図。

【図3】本発明の実施形態の圧縮着火エンジンの制御装置を筒内噴射エンジンに適用したときのシステム構成図。

【図4】図3のエンジン制御装置による火花点火運転時の1サイクル制御を示す図。

【図5】図3のエンジン制御装置による圧縮着火運転時の1サイクル制御を示す図。

【図6】図3のエンジン制御装置による火花点火と圧縮着火運転時の排気弁プロフィールを示す図。

【図7】図3のエンジン制御装置による空燃比及びNOx検出値に基づいた空燃比制御のブロック図。

【図8】図3の排気制御装置による火花点火運転時の空燃比及びNOx検出値のチャート。

【図9】図7の目標空燃比演算部の出力例を示す図。

【図10】空燃比センサ故障時における図7の燃料噴射量演算部の補正量演算例を示す図。

【図11】図3の排気制御装置による切り替え制御部分の制御ブロック図。

【図12】図11の燃焼切り替え制御（火花点火から圧縮着火）時の制御信号1を示す図。

【図13】図12の正常時における各種センサ出力1を示す図。

【図14】図12の空気量制御ミスによる異常時における各種センサ出力2を示す図。

【図15】図12のEGR制御ミスによる異常時における各種センサ出力3を示す図。

【図16】図11の排気制御の動作フローチャート。

【図17】図11の燃焼判定部の動作フローチャート

【図18】図11の燃焼切り替え制御部の動作フローチャート。

【図19】図11の切り替え学習部の動作フローチャー

( 2 ) 103-106184 ( P 2003-106184A )

ト。

【図20】図11の燃焼切り替え制御（火花点火から圧縮着火）時の制御信号2を示す図。

【図21】図20の正常時における各種センサ出力1を示す図。

【図22】図20の燃料リカバ制御ミスによる異常時における各種センサ出力2を示す図。

【図23】図11の燃焼切り替え制御（圧縮着火から火花点火）時の制御信号1を示す図。

【図24】図23の正常時における各種センサ出力1を示す図。

【図25】図23の排気制御装置による圧縮着火運転時の1サイクル制御を示す図。

【図26】図23の燃料制御ミスによる異常時における各種センサ出力2を示す図。

【図27】図11の燃焼切り替え制御（圧縮着火から火花点火）時の制御信号2を示す図。

【図28】図27の正常時における各種センサ出力1を示す図。

【図29】図27の燃料制御ミス或いは点火時期制御ミスによる異常時における各種センサ出力2を示す図。

【図30】図3の診断装置を備えたエンジン制御装置による圧縮着火運転時の排気制御の動作フローチャート。

【図31】図30の診断装置によるNOxセンサ診断を

示す図。

【図32】図30の診断装置による三元触媒正常時の触媒診断を示す図。

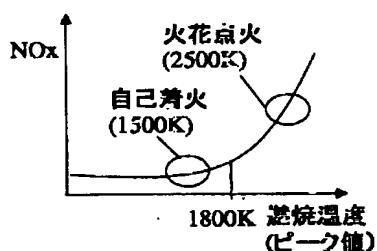
【図33】図30の診断装置による三元触媒異常時の触媒診断を示す図。

【図34】図30の診断装置による燃焼悪化時のNOxセンサ出力を示す図。

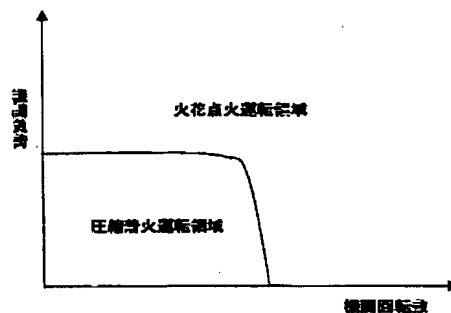
【符号の説明】

- 1 エアフローセンサ
- 2 スロットル
- 3 インジェクタ
- 4 点火プラグ
- 5 吸排気弁
- 6 空燃比検出器
- 7 三元触媒
- 8 NOx検出器
- 10 制御装置（ECU）
- 13 排気管
- 50 圧縮自己着火エンジン
- 701 空燃比制御手段（燃料噴射量演算部）
- 702 目標空燃比演算手段
- 1102 燃焼切り替え手段
- 1103 排気悪化要因推定手段
- 1104 切り替え学習手段

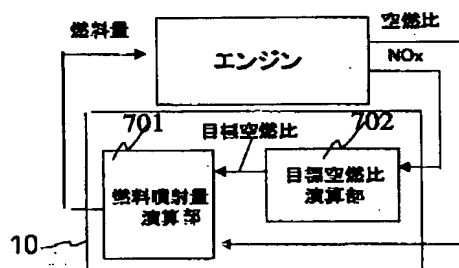
【図1】



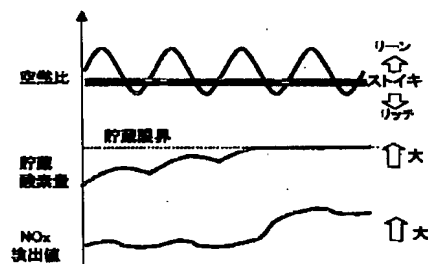
【図2】



【図7】

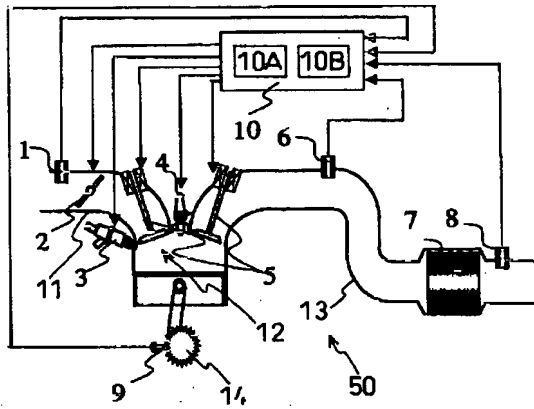


【図8】

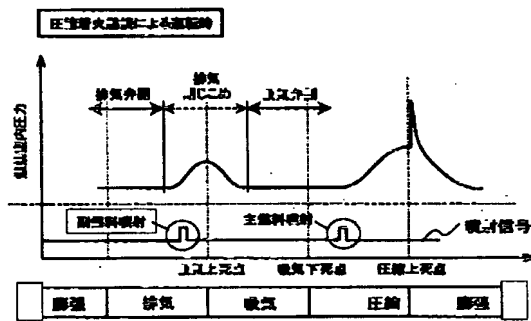


(特 3) 103-106184 (P2003-106184A)

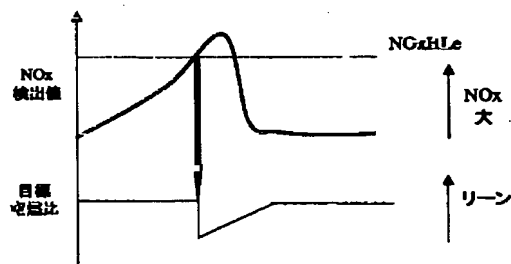
【図3】



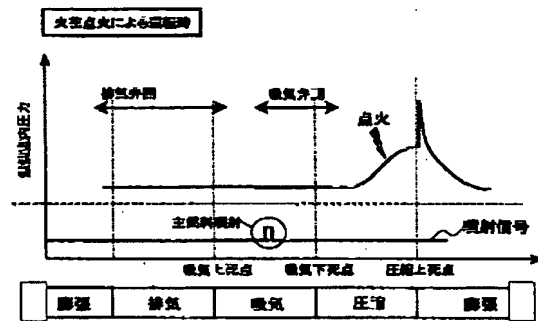
【図5】



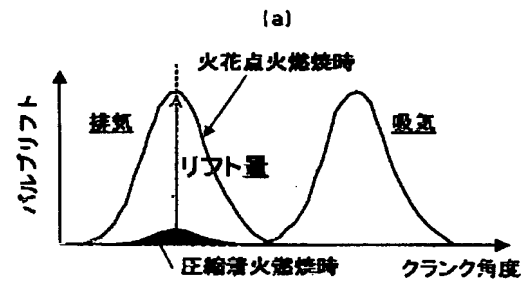
【図9】



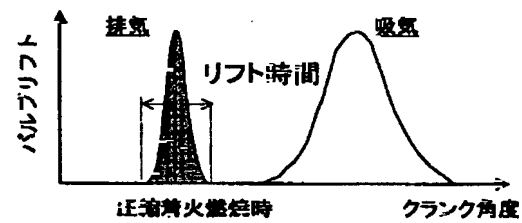
【図4】



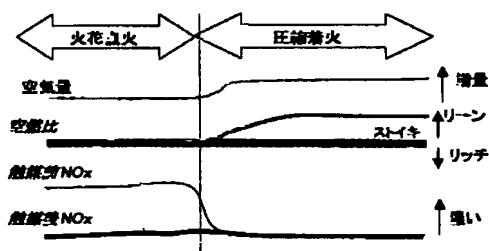
【図6】



(b)

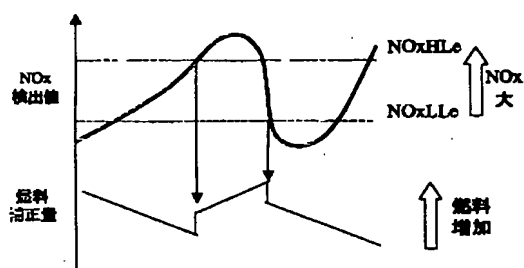


【図13】

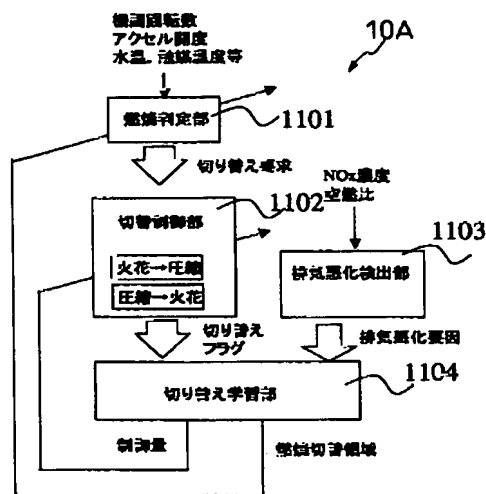


(株) 103-106184 (P2003-106184A)

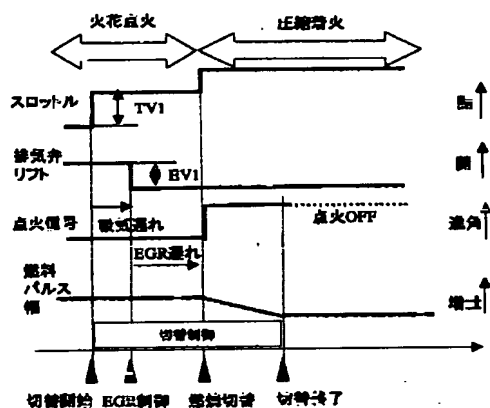
【図10】



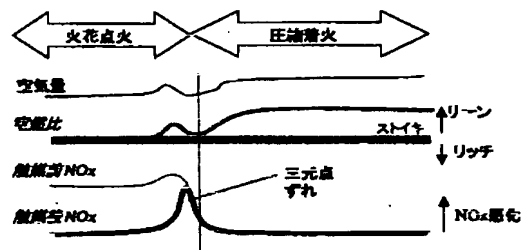
【図11】



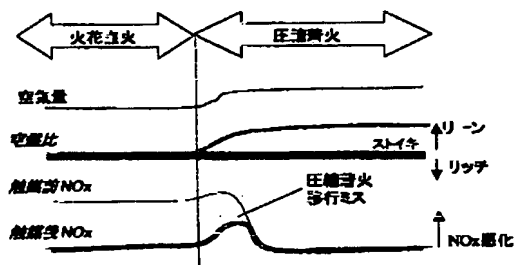
【図12】



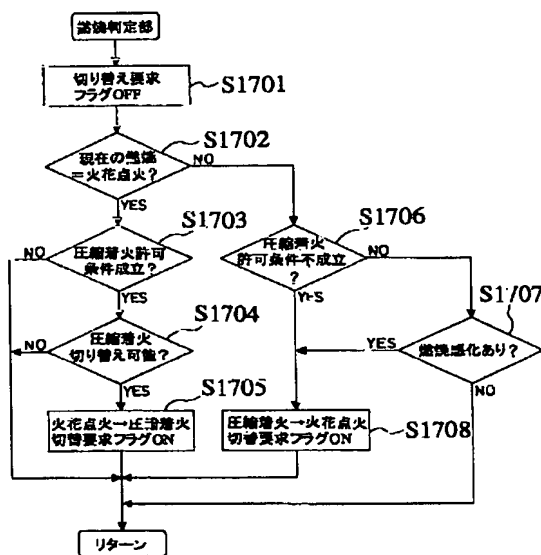
【図14】



【図15】

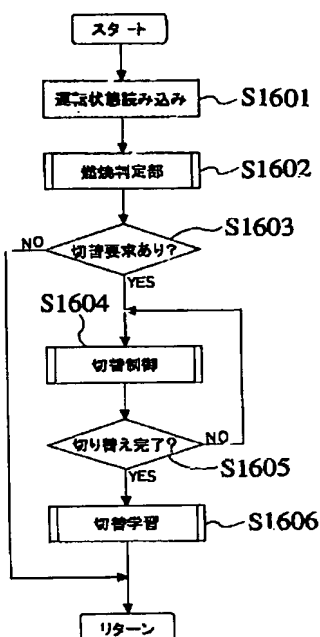


【図17】

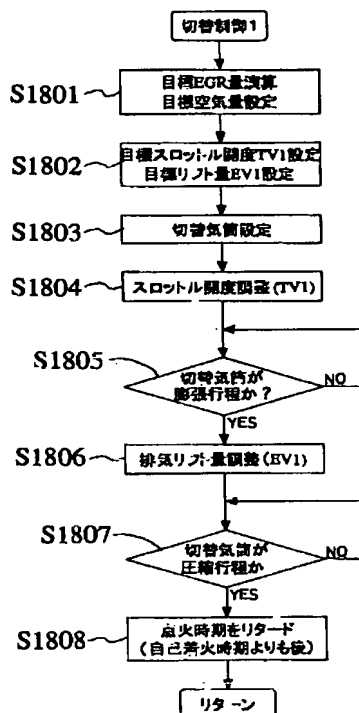


(第5) 103-106184 (P2003-106184A)

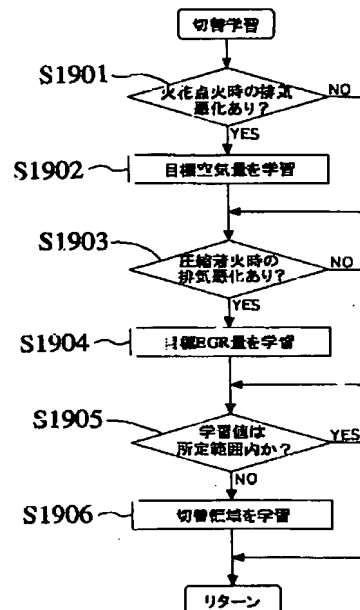
【図16】



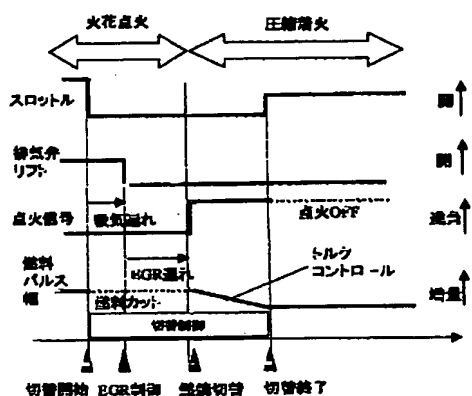
【図18】



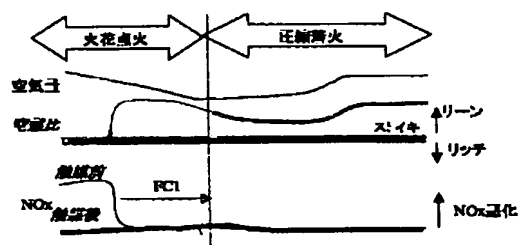
【図19】



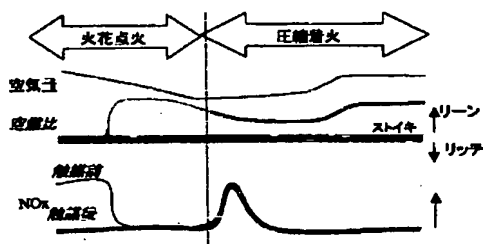
【図20】



【図21】



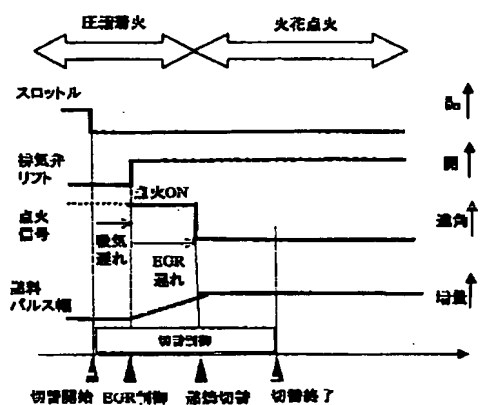
【図22】



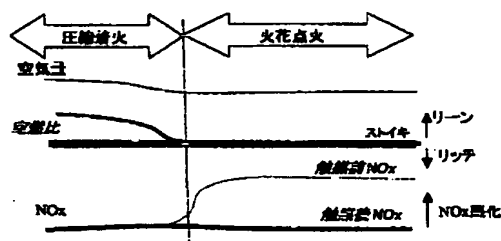


(特6) 103-106184 (P2003-106184A)

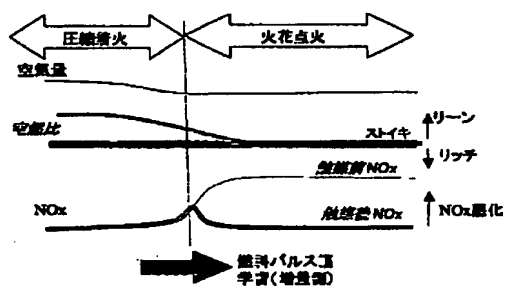
【図23】



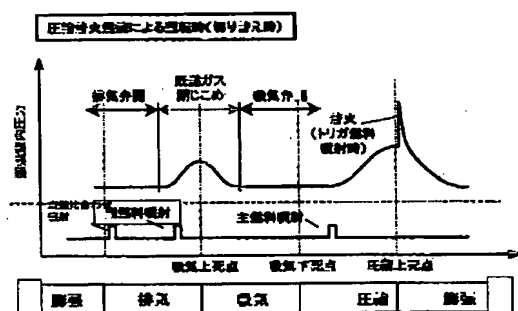
【図24】



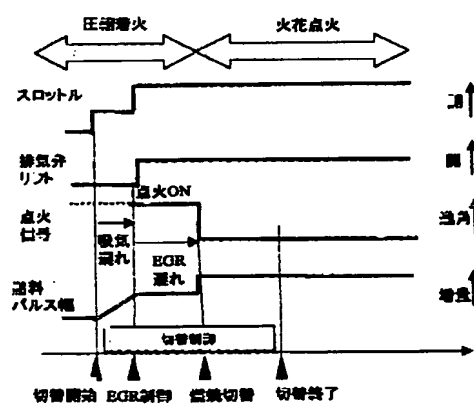
【図26】



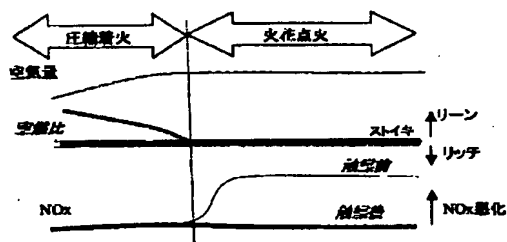
【図25】



【図27】

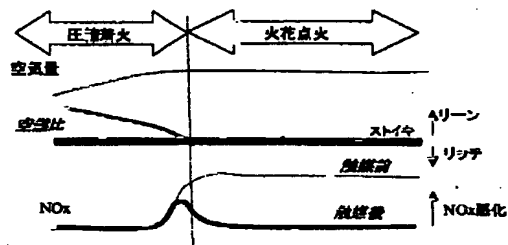


【図28】

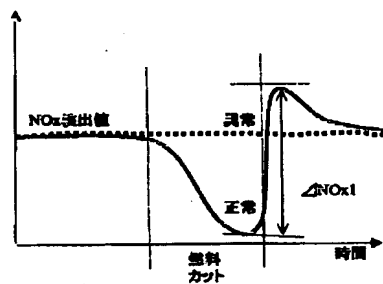


(第7)103-106184(P2003-106184A)

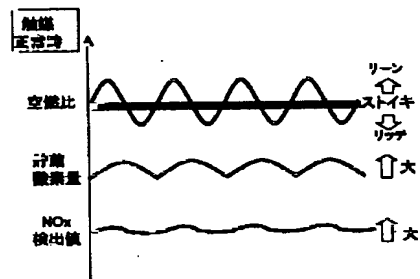
【図29】



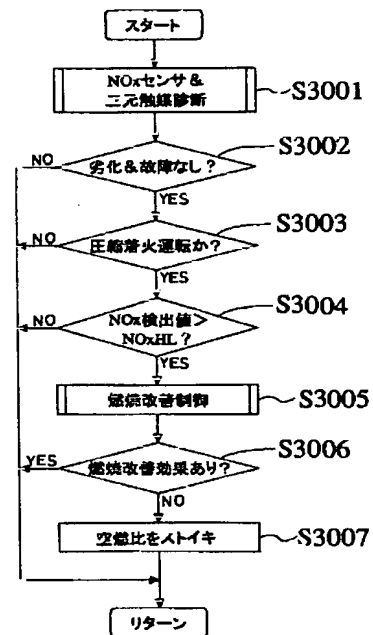
【図31】



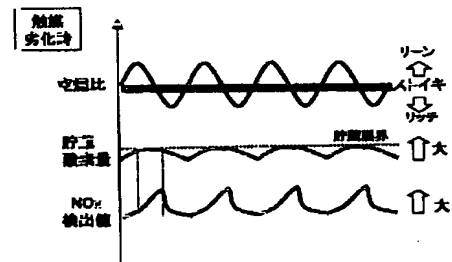
【図32】



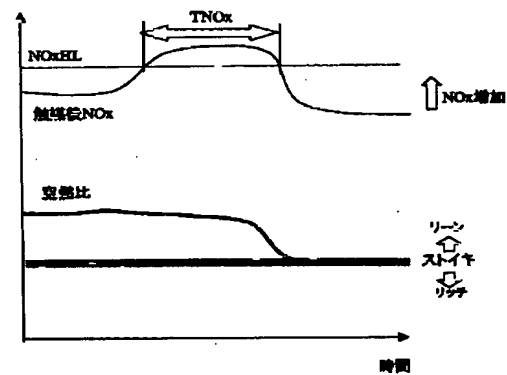
【図30】



【図33】



【図34】



( 8 ) 03-106184 ( P2003-106184A )

フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	(参考)
F 0 2 D 41/22	3 8 0	F 0 2 D 41/22	3 8 0 A
45/00	3 4 0	45/00	3 4 0 F
	3 6 8		3 6 8 F
			3 6 8 Z

(72)発明者 大須賀 稔	F ターム(参考)	3G084	BA04	BA05	BA09	BA13	BA17
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株			BA20	CA06	DA27	DA30	EB20
式会社日立製作所日立研究所内			FA29				
		3G091	AA02	AA24	AB03	BA27	BA33
			CB02	CB05	CB07	DC03	EA01
			EA03	EA07	EA18	EA33	EA34
			FB10	FB11	FB12		
		3G301	HA01	HA04	JA21	JB01	KA06
			LA01	LB04	MA01	MA11	ND25
			NE13	NE14	PA01A	PA11A	
			PA11Z	PA17Z	PB03A	PD12Z	
			PD15A	PE01Z	PE08Z	PF03Z	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**